银额果蝇的B染色体研究
1. 昆明群体的Bs数目和频率*

凌发瑶
（中国科学院昆明动物研究所）

北川修
（日本国东京都立大学理学部）

摘　要

本研究发现银额果蝇昆明群体有丝分裂中期核型中存在B染色体，出现频率为69.1%。目前，在已研究过的来自各个地区的银额果蝇中，昆明群体的B染色体频率最高。B染色体数目为1—6条。该群体内单雌系间的B染色体数目不同，个体间和细胞间的B染色体数目也不同。在核型中，B染色体最小，形态稳定，点状，C-带和G-带呈阳性。

关键词：银额果蝇，昆明群体，B染色体

果蝇类群的染色体早已被各国学者广泛研究过，但很少发现有B染色体。近年来，随着群体遗传学的深入发展，Hatsumi (1980) 和 Clyde (1980) 首先发现银额果蝇核型中存在B染色体。尔后，Ramachandra (1985, 1987)、Hatsumi (1987) 相继报道该果蝇的泰国、缅甸和马来西亚群体均具有B染色体。

银额果蝇具有染色体数目少，形态结构清晰，易饲养和世代历期短等优点。不仅如此，还发现一些群体的核型中存在数目较多，频率较高的B染色体。是连续追踪研究B染色体结构、起源和功能的比较理想的实验材料，也是探讨染色体进化与物种形成之间的相关性比较好的研究对象。现在对该类果蝇核型多态现象及B染色体的研究方兴未艾。但在国内尚未见有关果蝇B染色体的研究报道。本研究发现，银额果蝇昆明群体的B染色体数目多，频率高。

* 本文部分研究经费是由日本国文部省国际学术研究基金（No. 63043060，代表者北川修）资助。承日本东京都立大学青冢正志博士协助，日本北海道教育大学扎幌分校渡部英昭助教授采集部分单雌系，特此致谢。

本文1989年6月7日收到，同年10月28日修回。

材料与方法

实验材料：在昆明采集培育的单雌系（Iso-femals line），分别用第一代、第二代或第三代的三龄幼虫脑神经节细胞制备有丝分裂中期染色体。

方法：空气干燥法（Hatsumi，1987）在加有长春新碱（Vincristine）的生理盐水中解剖出脑组织，并在其中处理10分钟，0.075*M* KCl液低渗10分钟，甲醇冰醋酸(3:1)固定30分钟。之后，将经过上述处理的组织块移至冷载玻片上，压碎，再在载片上滴几滴冰醋酸，置于片架上，待其干燥。片龄3—7天标本作C-带和G-带染色。

C-带：先用0.2*M* HCl在室温下处理1小时。5% $Ba(OH)_2$液50°C处理30秒，随后在2×SSC中，50°C孵育1小时，然后用4% Giemsa液染色30分钟。

G-带：标本片先用0.2%胰蛋白酶在室温下处理约3秒钟后，经75%和100%的酒精处理数秒钟，即可用4% Giemsa染色15分钟。

共检查了26个单雌系，每个单雌系取用10个以上个体制备标本片。作C-带和G-带染色，观察分裂中期细胞2310个。

结果和讨论

银额果蝇（*Drosophila albomicans* Duda）隶属于*D. immigrans*种组（species group）*D. nasuta*亚组（subgroup）。从该亚组的地理分布（Kitagawa *et al.*，1982）看，应该属于热带和亚热带种类。其亚组的基本核型是2n=8。但唯有银额果蝇的基本核型是2n=6（Hatsumi，1987）。

图版Ⅰ显示银额果蝇昆明群体的有丝分裂中期染色体。其标准核型(图版Ⅰa，b)与泰国群体的核型（Wilson *et al.*，1969；Kitagawa *et al.*，1982）相似，染色体数目为2n=6。包括1对中着丝粒染色体2，1对完全异染色质的具有明显中部缢痕的短型染色体4和1对由性染色体与近端着丝粒的染色体3发生着丝粒融合（Wilson *et al.*，1969；Wakahama *et al.*，1983；Wang *et al.*，1988）而形成的具特大异染色质的中着丝粒的大型复合染色体（X3 X3或X3 Y3）。在核型中，除正常染色体之外，还含有数目不等的B染色体（B_s），因而构成带1B—6B_s的核型多态现象(图版Ⅰc—h)。

该群体内单雌系间，B染色体数目差异较大（见表1）。在存在B染色体的单雌系中，携带1B和2B_s的占多数，个体间B染色体数目常有不同，个体内的细胞间B染色体数目则通常比较稳定。然而，在B染色体数目比较多的单雌系中，个体间的B染色体数目似乎极不稳定，使其构成多种核型的个体，包含2n=6；2n=6+1B；2n=6+2B_s；2n=6+3B_s；2n=6+1B和2B_s；2n=6+1B和5B_s；2n=6+3B_s和4B_s；2n=6+4B_s和6B_s；2n=6+1B、2B_s和3B_s；2n=6+1B、2B_s和4B_s；2n=6+1B、2B_s、3B_s和4B_s；2n=6+1B、2B_s、3B_s和6B_s等12类核型的个体。从中可以看出，在个体内细胞间的B染色体数目变化也十分复杂。B染色体数目变化与异染色质的量相关，因而银额果蝇的昆明群体可能是高异源体。

表1 银额果蝇昆明群体的B_s数目和频率

Tab.1. The number and frequency of B_s Kunming population in *D. albomicans*

采集日期 Date collected	单雌系数目 Number of isofemale line	B-染色体数目/单雌系 Number of B-chromosomes/isofemale line	频率 Frequency (%)	平均 Mean of frequency (%)	备注 Remarks
1988	3	OB	62.5	69.1	OB代表核型中没有B-染色体。
	1	OB 1B			
	3	OB 1B 2B_s			
	1	OB 1B 2B_s 3B_s 4B_s 6B_s			
1989	5	OB	75.6		1B代表核型中携带1条B-染色体。以后类同。
	3	OB 1B			
	4	OB 1B 2B_s			
	1	OB 2B_s			
	2	OB 1B 2B_s 3B_s			
	1	OB 1B 2B_s 4B_s			
	1	OB 1B 2B_s 3B_s 4B_s			
	1	OB 1B 2B_s 3B_s 4B_s 5B_s 6B_s			

银额果蝇群体间的B染色体频率变化幅度显得异常大，而且呈现一定规律(图1)。

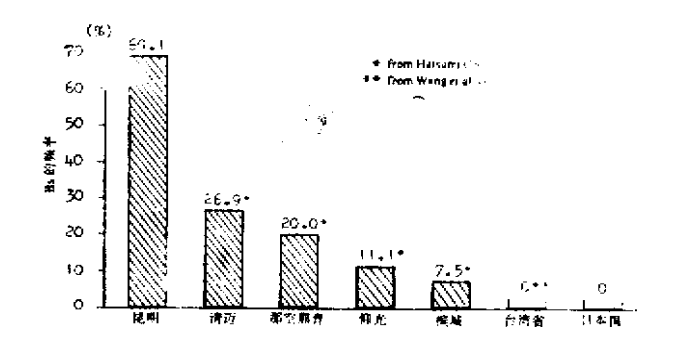


图1 银额果蝇的不同地理分布群体的Bs频率

Fig.1. Geographic distribution of B chromosomes frequency in *D. albomicans*

Hatsumi(1987) 曾经报道泰国、缅甸和马来西亚群体的B染色体频率分别为26.9%（泰国清迈）、20.0%(泰国那空那育)、11.1%和7.5%。昆明群体B染色体出现频率是69.1%。与之相比,昆明群体为泰国清迈群体的2.56倍,为泰国那空那育群体的3.45倍,为缅甸群体的6.25倍，为马来西亚群体的9.21倍。显然，昆明群体的B染色体出现频率最高。据银额果蝇的地理分布（Kitagawa *et al*.,1982;Hatsumi,1987)，不难看出，没有B染色体的群体和携带B染色体的群体具有很强的区域性分布（图2)。包括日本诸岛和我国台湾省在内的东北亚区域的各群体核型中都不携带B染色体（Hatsumi, 1987; Wang *et al*., 1988; 作者也观察过日本的部份品系）。与我国大陆接壤的东南亚地区内的泰国、缅甸、马来西亚以及我国昆明的群体都携带不同数目和不同频率的B染色

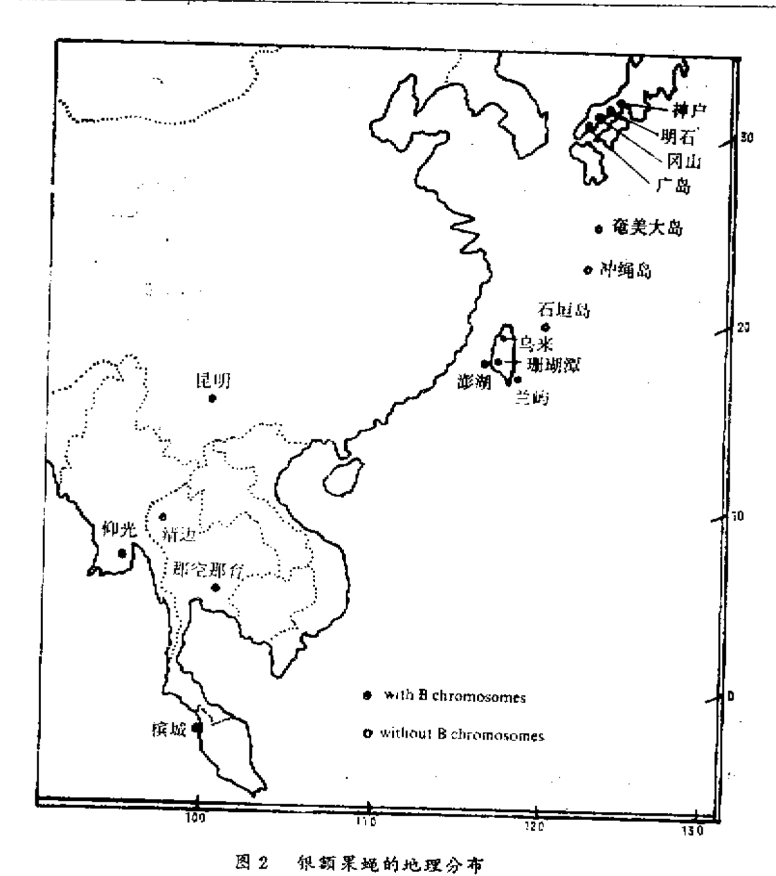


图2 银额果蝇的地理分布

Fig.2. Geographic distribution of *D. albomicans*

体（Ramachandra *et al*., 1985, 1987; Hatsumi, 1987)。这些群体是从干燥温暖的大陆高原气候的昆明逐渐南移，至马来西亚半岛的湿润热带雨林气候的马来西亚槟城，B染色体出现频率也随之逐渐由高变低。显然，银额果蝇群体间的B染色体频率变化与栖居环境之间有密切关系。被山川或海洋切割并阻隔在不同生境中的群体，长期在不同的严酷的强压下，对生存竞争表现出不同的选择适应性状。由于地壳运动，地质变迁，不同的板块相嵌构成当今世界上海拔比较高的云贵高原（朱世模，1989），形成错综复杂的生态环境和多样性气候，给生物的分布、生长、发育带来巨大影响。地处高原面上的昆明气候温和，随板块漂移将热带和亚热带的银额果蝇带到与它原来的栖息环境完全不相同的高原上，在具有独特气候的环境中虽然能生存，但昆明干湿季节分明，漫长的冬春两季的低温和干燥严重地威胁着银额果蝇的繁衍和发展。现存的昆明群体中出现高频率B染色体是长期对恶劣环境的特殊选择而具优越适应能力的遗传性状。

果蝇是比较分化的一类昆虫，在银额果蝇昆明群体核型中出现高频率B染色体的共同特点是C-带（图版Ⅰd）和G-带（图版Ⅰc，e—h）染色都显阳性。这表明该群体核型中的B染色体在细胞核内增加和累积大量的附加异染色质和重复DNA。由此证实了银额果蝇昆明群体在长期的演化过程中，受各种不利因素的影响而残留的对其物种表

型无多大影响的比较原始的特征，其核型也应该是更接近祖型。因此，该群体也可能是银额果蝇进化中更缓慢的群体。

银额果蝇B染色体的起源问题尚不清楚，迄今说法不一。Hatsumi（1987）曾观察到，在减数分裂中期Ⅰ有1条B染色体趋近于X染色体，认为B染色体可能起源于X染色体。另一些学者则认为在有B染色体存在的核型中包含1对短型4号染色体（泰国群体）；不携带B染色体的核型则含1对长型4号染色体（台湾群体和日本群体），故B染色体可能由长点状4号染色体分离而成短点状4号染色体和B染色体（Clyde，1980；Ramachandra *et al*.，1987）。昆明群体核型中的4号染色体与泰国群体相似。作者认为后者比较切合实际，其理由有两点：（1）在有B染色体存在的群体核型中，4号染色体均呈现短型；（2）据作者观察，所有的B染色体与4号染色体都同样呈现出C-带和G-带强阳性反应。但仅此有限的观察还不足以完全证实B染色体的起源问题，需更进一步的研究。

参 考 文 献

朱世模等　1989　地质变迁与云南白蚁的发生。动物学研究　10（1）：1—8。

Clyde, M. 1980 Chromosome Ⅱ variation in *D. albomicans* Duda. *Dros. Inf. Serv.* 55:25—26.

Hatsumi, M. and Kitagawa, O. 1980 Supernumerary chromosomes in *Drosophila albomicans* collected in Thailand. *Proc.* XⅦ *Int. Cong. Entomo. Kyoto, Japan*: 124.

Hatsumi, M. 1987 Karyotype polymorphism in *Drosophila albomicans*. *Gemome* 29:395—400.

Kitagawa, *et al*. 1982 Genetic studies of the *Drosophila nasuta* subgroup, with motes on distribution and morphology. *Jpn. J. Genet.* 57:113—141.

Ramachandra, N. B. *et al*. 1985 Further studies on B-chromosomes in *D. nasuta albomicana*. *Dros. Inf. Serv.* 61:139—140.

Ramachandra, N. B. *et al*. 1985 Supernumerary chromosome in *Drosophila nasnta albomicana*. *Experientia*. 41:680—681.

Ramachandra, N. B. *et al*. 1987 Characterization of heterochromatin in the B chromosomes of *Drosophila nasuta albomicana*. *Chromosoma* (Berl.) 95:223—226.

Shiino, T., Y. Fuyama and O. Kitagawa 1988 Invasion of *D. albomicans* into the Japan mainland Ⅰ. *Jpn. J. Genet.* 63:594.

Wakahana, K. I. 1983 Metaphase chromosome configuration of the *immigrans* species group of *Drosophila*. *Jpn. J. Genet.* 57:315—326.

Wang, T. C.; C. C. Chen and F. J. Lin 1988 Intraspecific polymorphism of karyotype in *Drosophila albomicans*. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica* 27:127—131.

Wilon, F. *et al*. 1969 Cytodenetic relation in the *Drosophila nasuta* subgroup of the *immigrans* group of species. *Univ. Tex. Publ.* 6918:207—253.

THE STUDY OF B CHROMOSOMES IN *Drosophila albomicans* 1. THE NUMBER AND FREQUENCY OF Bs IN KUNMING POPULATION

Ling Fayao

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

Osamu Kitagawa

(Department of Biology, Tokyo metropolitan University Japan)

In this study, mitotic metaphase of *Drosophila albomicans* with B-chromosomes were found in Kunming population. Their frequency of presence of B-chromosomes were 69.1%. At present, among *D. albomicans* has been studied from several localities, the frequency of B-chromosomes of Kunming population were the hightest. The number of B-chromosomes varied from 1 to 6 and differed between each iso-femals line of them as well as that of between individuals and cells.

All the B-chromosomes were the smallest, dot-shaped of the karyotype. Both C-band and G-band staining are positive for B-chromosomes.

Key words: *Drosophila albomicans*, B-chromosome, Kunming population

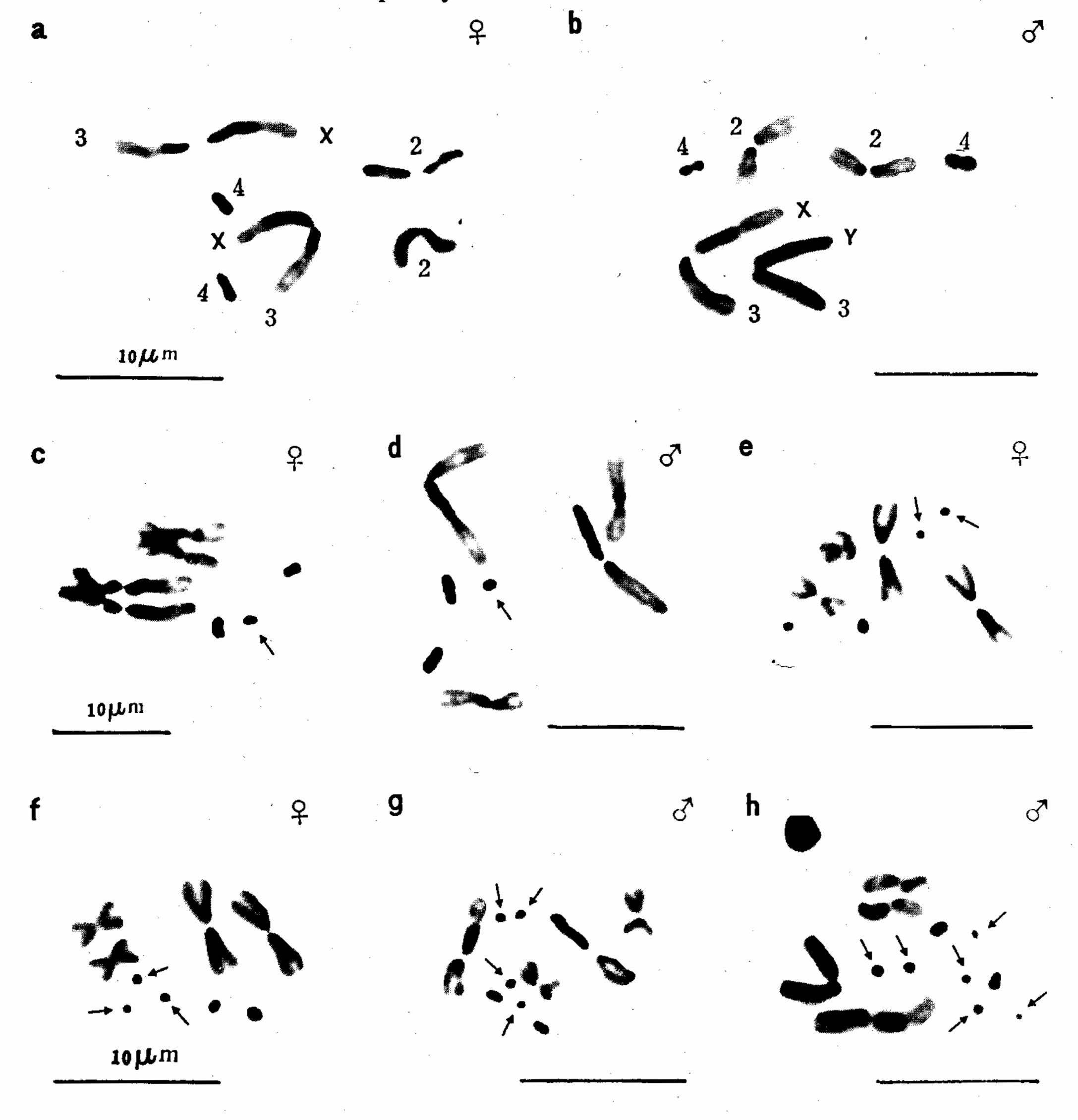
凌发瑶等：银额果蝇(*Drosophila albomicans*)的 B 染色体研究

1.昆明群体的 Bs 数目和频率

Ling Fayao *et al*.: The Study of B Chromosomes in *Drosophila albomicans*

1.The Number and Frequency of Bs in Kunming Population

图版 I



a. The C–banded chromosome, 2n = 6. b. The G–banded chromosome, 2n = 6.

c. 1B,G–banded. d. 1B,C–banded. e. 2Bs, G–banded. f. 3Bs, G–banded.

g. 4Bs, G–banded. h. 6Bs, G–banded.